

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-159528

(43)Date of publication of application : 19.06.1990

(51)Int.Cl.

G01J 3/12

(21)Application number : 63-313163

(71)Applicant : ANDO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 12.12.1988

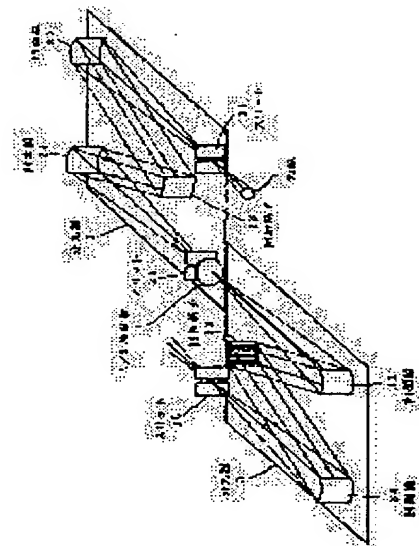
(72)Inventor : IWASAKI TAKASHI

## (54) TWO-STAGE TYPE SPECTROSCOPE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable prevention of a change in efficiency depending on condition of polarization of incident light with a correction of polarization characteristic by replacing a component P of an output of a first spectroscope with a component S thereof to be inputted into a second spectroscope.

**CONSTITUTION:** A first spectroscope 2 is arranged on a plane and when light of a light source 1 is analyzed to be applied to a  $1/2$  wavelength plate 4, the  $1/2$  wavelength plate 4 turns the direction of a component x and component y of a polarization component of an output of the spectroscope 2 by  $90^\circ$  so that the components x and y are given a phase difference of  $180^\circ$  to be inputted into a second spectroscope 3. Here, as the spectroscopes 3 and 2 have a diffraction grating 33 equal in polarization characteristic, the polarization characteristic is corrected. Thus, angles of diffraction gratings 23 and 24 are so set that wavelengths passing through slits 25 and 35 are equal to pick up light only with a specified wavelength at a slit 35 out of light of the light source 1 thereby enabling the keeping of a permeability regardless of the current state of polarization.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

3/7

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-159528

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)6月19日

G 01 J 3/12

8707-2G

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑮ 発明の名称 二段式分光器

⑯ 特 願 昭63-313163

⑰ 出 願 昭63(1988)12月12日

⑱ 発 明 者 岩 崎 隆 志 東京都大田区蒲田4丁目19番7号 安藤電気株式会社内

⑲ 出 願 人 安藤電気株式会社 東京都大田区蒲田4丁目19番7号

⑳ 代 理 人 弁理士 小 俣 欽 司

|                       |
|-----------------------|
| FP02-0204-<br>00W0-SE |
| 03.6.03               |
| SEARCH REPORT         |

明 細 書

1. 発明の名称 二段式分光器

2. 特許請求の範囲

1. 水平面に配置され、光源(1)の光を分光する第1の分光器(2)と、

第1の分光器(2)出力に接続される2分の1波長板(4)と、

第1の分光器(2)と偏波特性が等しく、前記水平面に配置され、2分の1波長板(4)の出力を分光する第2の分光器(3)とを備えることを特徴とする二段式分光器。

2. 水平面に配置され、光源(1)の光を分光する第1の分光器(2)と、

第1の分光器(2)出力に接続され、90°ねじられる偏波面保存光ファイバと、

第1の分光器(2)と偏波特性が等しく、前記水平面に配置され、偏波面保存光ファイバの出力を分光する第2の分光器(3)とを備えることを特徴とする二段式分光器。

3. 水平面に配置され、光源(1)の光を分光す

る第1の分光器(2)と、

第1の分光器(2)と偏波特性が等しく、前記水平面と垂直な垂直面に配置され、第1の分光器(2)の出力を分光する第2の分光器(3)とを備えることを特徴とする二段式分光器。

3. 発明の詳細な説明

(a) 発明の技術分野

この発明は、光源の光を第1の分光器で分光し、第1の分光器と偏波特性が等しい第2の分光器で第1の分光器出力を分光する二段式分光器についてのものである。

(b) 従来技術と問題点

次に、従来技術の構成を第3図を参照して説明する。

第3図の1は光源、2と3は分光器である。

分光器2は、スリット21、凹面鏡22、回折格子23、凹面鏡24及びスリット25から構成されている。

分光器3は分光器2と偏波特性が等しいものであり、第3図は、光源1の光を縦続接続された分

光器2と分光器3で分光している状態を示したものである。

次に、第3図の光スペクトラムを第8図により説明する。

第8図の11は光源1の光スペクトラム、12は分光器2の光スペクトラム、13は分光器3の光スペクトラムである。すなわち、光源1の光スペクトラム11は分光器2で帯域の狭い光スペクトラム12になり、分光器3でさらに帯域の狭い光スペクトラム13になる。

回折格子23・33の角度を変えれば、凹面鏡24・34へ回折する光の波長が順次変化し、特定の波長だけをスリット25・35から取り出すことができる。

そこで、スリット25を通過する波長とスリット35を通過する波長が等しくなるように、回折格子23・33の角度を設定すれば、光源1の中から、特定の波長の光だけを取り出すことができる。

例えば、白色光から波長が600nmの成分だけを

に傾斜した楕円状態になっている。

分光器の出力としては、第4図と相似形の第8図のような偏波状態の分光出力が望ましい。

例えば、光源1の光を分光器2のスリット21に入れ、分光器3のスリット25から出た光をセンサで受光し、回折格子23・33の角度を同時に変えて、光源1のスペクトラムを測定する場合、光源1の偏波状態が変動すると、スペクトル測定波形が変動してしまう。

また、半導体レーザー等で複数の偏波状態の光の混じった光源を測定する際、測定波形に誤差が出てしまう。

特に、光源1の光は回折格子23・33を2回通過しており、回折格子23に垂直入射した光は回折格子33にも垂直に入射する。

また、回折格子23に平行入射した光は回折格子33にも平行に入射する。

このため、通常の分光器と比べて、二段式分光器は偏波による影響をより大きく受けることになる。

取り出すことができる。

第3図のような構成を二段式分光器といい、光源1の光が回折格子を1回しか通過しない通常の分光器と比べて、より純度の高い単色光が得られるという特徴をもっている。

例えば、600nmの波長の光を取り出す場合、

601nm以上の波長成分の600nmに対する減衰量は、通常の分光器では35dB程度であるが、二段式分光器では約70dBの減衰量が得られる。

しかし、回折格子は光源1の偏光成分のうち、回折格子の溝に平行に入射するP成分と、垂直に入射するS成分とで回折効率が異なるという性質を持っている。

したがって、光源1の偏光状態によって、分光器の損失が違ってくるという問題がある。

この関係を第4図と第5図で説明する。

第4図は光源1の偏波状態図であり、第5図は分光器2の出力の偏波状態図である。

第4図では、x成分とy成分が45°の楕円状になっているが、第5図では第4図に比べてx方向

#### (c) 発明の目的

この発明は、第1の分光器と、第1の分光器と偏波特性が等しい回折格子を備えた第2の分光器を第1の分光器に接続し、第1の分光器の出力のP成分とS成分を入れ替えてから、第2の分光器に入れることにより、第1の分光器と第2の分光器の偏光特性を補正した二段式分光器の提供を目的とする。

#### (d) 発明の実施例

次に、この発明による実施例の構成図を第1図に示す。

第1図の4は2分の1波長板であり、その他は第3図と同じである。

すなわち、第1図は第3図に2分の1波長板4を追加したものである。

2分の1波長板4は、分光器2の出力の偏波成分のx成分とy成分を90°向きを変える役目をする。

この関係を、第5図と第7図で説明する。

分光器2の出力が第5図とすれば、2分の1波

長板4の出力は第7図になる。すなわち、第7図は第5図に対しx成分としy成分が90°回転した形になる。

第7図の偏波特性をもった光を分光器3に入れば、xyの特性が補正されて、第8図に示すような偏波特性をもった出力光が得られる。

また、2分の1波長板4の代わりに偏波面保存ファイバ等を用いることもできる。

その際は、スリット15の出射光を偏波面保存ファイバにファイバのもつ基準方向とexまたはeyが一致するように入射し、ファイバを90°ねじらせた後に、凹面鏡17に出射させることで、exおよびeyに90°の回転を与える。

このとき、exとeyの位相差φが変化しても $\int_0^{2\pi} \cos(\omega t + \phi) dt$ は一定なので平均パワーには影響しない。

次に、第1図の特性を説明する。

2分の1波長板4は、波長板のもつ光学軸方向が光のEx成分に対し45°の角となるように配置する。

かる。

入射光を次式で表す。

$$e_x = E \cos \theta \cos \omega t$$

$$e_y = E \sin \theta \cos(\omega t + \phi)$$

すると、入射光の平均パワーPは、

$$P = \varepsilon / 2 \cdot E^2 \text{ となる。}$$

次に、スリット25の出射光は回折格子23により回折された後であるから、

ex1、ey1とおくと、

$$e_{x1} = \sqrt{K_3} e_x$$

$$e_{y1} = \sqrt{K_p} e_y$$

次に2分の1波長板4を通過すると、ex1、ey1とも光学軸となす角θは45°なので、それぞれ2θになる。つまり90°光学軸方向に回転する。

すなわち、ex1はy軸方向の成分であり、ey1はx軸方向の成分となる。

したがって、2分の1波長板4の通過光ex0は、

$$e_{x2} = e_{y1}$$

2分の1波長板4は、光学軸方向に平行に入射する光(x成分とする)と、垂直に入射する光(y成分)との間に180°の位相差を与える。

いま、入射光を次式で表すと、

$$x = E \cos \theta \cdot \cos \omega t$$

$$y = E \sin \theta \cdot \cos(\omega t + \phi)$$

ただし、θは結晶軸と偏波面となす角である。

出射光はy成分が180°進むとして、

$$x1 = E \cos \theta \cdot \cos \omega t$$

$$y1 = E \sin \theta \cdot \cos(\omega t + \phi + 180)$$

となる。

ここで、

$$x1 = E \cos(-\theta) \cos \omega t$$

$$\because \cos \theta = \cos(-\theta)$$

$$y1 = E \sin \theta (-\cos(\omega t + \phi))$$

$$= E (-\sin \theta) \cos(\omega t + \phi)$$

$$= E \sin(-\theta) \cos(\omega t + \phi)$$

となり、入射光の偏波面はθであるのに対し、出射光のそれは-θであるから、出射光の偏波面は光学軸を中心として2θだけ回転することがわ

$$e_{y2} = e_{x1}$$

さらに、回折格子33を経由してスリット35から出射する光ex3、ey3は、

$$e_{x3} = \sqrt{K_s} e_x$$

$$e_{y3} = \sqrt{K_p} e_y$$

以上から、

$$e_{x3} = \sqrt{K_s} \sqrt{K_p} K_P e_y$$

$$e_{y3} = \sqrt{K_s} \sqrt{K_p} K_P e_x$$

したがって、出射光の平均パワーP0は

$$P_0 = \varepsilon / 2 \times \omega / 2\pi \int_0^{2\pi} (e_{x3}^2 + e_{y3}^2) dt$$

$$= \varepsilon / 2 \times \omega / 2\pi \int_0^{2\pi} (\sqrt{K_s} \sqrt{K_p} e_y)^2 + (\sqrt{K_p} \sqrt{K_s} e_x)^2 dt$$

$$= \varepsilon / 2 \times \omega / 2\pi \times K_P K_S \int_0^{2\pi} (e_x^2 + e_y^2) dt$$

$$= K_P K_S \varepsilon / 2 \cdot E^2 \text{ となる。}$$

ここで、PとP0との比は、

$$P_0 / P = K_P K_S$$

となり、θやφに関係なく一定である。

すなわち、偏波状態に関係なく透過率が一定である。

なお、凹面鏡12・14・16・18に損失があっても構わない。

また、2分の1波長板4が光の平行度の影響を受ける場合は、2分の1波長板4を凹面鏡32と回折格子33の間に配置するか、あるいは2分の1波長板4の前後に適当なレンズや鏡等を配置して2分の1波長板4への入射光が平行になるようにすればよい。

また、2分の1波長板4の代わりに偏波面保存ファイバ等を用いることもできる。

その際は、スリット25の出射光を偏波面保存ファイバのファイバがもつ基準方向とexまたはeyが一致するように入射し、ファイバを90°ねじった後に、凹面鏡32に出射させることで、exおよびeyに90°の回転を与える。

このとき、exとeyの位相差φが変化しても $\int_0^{2\pi} \cos(\omega t + \phi) dt$ は一定なので平均パワーには影響しない。

そこで、スリット25を通過する波長とスリット35を通過する波長が等しくなるように回折格子23と回折格子33の角度を設定することで、光源1の光の中から特定の波長の光だけをスリ

ット35から取り出すことができる。

次に、この発明による他の実施例の構成図を第2図に示す。

第2図は、第3図の分光器3を分光器2に対して90°向きを変えて配置したものであり、第1図の2分の1波長板4の役目を分光器3の取付面を変えることにより実現したものである。

次に、第2図の特性を説明する。

回折格子23と回折格子33の回折効率をKp、Ksとする。

ただし、Kpは溝に平行な成分に対する効率とし、Ksは溝に垂直な成分に対する効率とする。

入射光のEx、Eyの電界成分をそれぞれex、eyとすると、

$$ex = E \cos \theta \cos \omega t$$

$$ey = E \sin \theta \cos(\omega t + \phi) \text{ となる。}$$

ただし、Eは電界の振幅、θは電界の振動面(偏波面)のX軸となす角、ωは光の角周波数、tは時間、φはexとeyの位相差とする。

したがって、入射光の平均パワーPは、

$$\begin{aligned} P &= \varepsilon / 2 \times \omega / 2 \pi \int_0^{2\pi} (ex^2 + ey^2) dt \\ &= \varepsilon / 2 \times \omega / 2 \pi \\ &\quad \times \left[ \int_0^{2\pi} (E \cos \theta \cos \omega t)^2 dt \right. \\ &\quad \left. + \int_0^{2\pi} (E \sin \theta \cos(\omega t + \phi))^2 dt \right] \\ &= \varepsilon / 2 \times \omega / 2 \pi (2\pi / \omega \times E^2 \cos^2 \theta \\ &\quad + 2\pi / \omega \times E^2 \sin^2 \theta) \\ &= \varepsilon / 2 \times E^2 \end{aligned}$$

となる。

ただし、εは誘電率とする。

一方、スリット35の出射光の各電界成分をex1、ey1とすると、ex1はexが回折格子23に溝方向に垂直に入射したのち、回折格子33の溝方向に平行に入射したものの回折光であり、ey1はeyが回折格子23の溝方向に平行に入射したのち、回折格子33の溝方向に垂直に入射したものの回折光であるから、

$$ex1 = \sqrt{Kp/Ks} ex$$

$$ey1 = \sqrt{Kp/Ks} ey$$

となる。

したがって、出射光の平均パワーPoは、

$$\begin{aligned} Po &= \varepsilon / 2 \times \omega / 2 \pi \int_0^{2\pi} (ex1^2 + ey1^2) dt \\ &= \varepsilon / 2 \times \omega / 2 \pi \\ &\quad \times \int_0^{2\pi} [(\sqrt{Kp/Ks} ex)^2 \\ &\quad + (\sqrt{Kp/Ks} ey)^2] dt \\ &= \varepsilon / 2 \times \omega / 2 \pi \\ &\quad \times \int_0^{2\pi} Kp Ks (ex^2 + ey^2) dt \\ &= Kp Ks \varepsilon / 2 \times E^2 \end{aligned}$$

となる。

ここで、PとPoとの比は、

$$\begin{aligned} Po / P &= Kp Ks \varepsilon / 2 \times E^2 / \varepsilon / 2 \times E^2 \\ &= Kp Ks \end{aligned}$$

となり、θやφに関係なく一定である。

すなわち、偏波状態に関係なく透過率が一定である。

(e) 発明の効果

この発明によれば、次のような効果がある。

(7) 入射光の偏波状態によって効率の変化しない分光器を提供できる。

例えば、偏波状態による透過率が約4dBあるとき、1dB以下に減らすことができる。

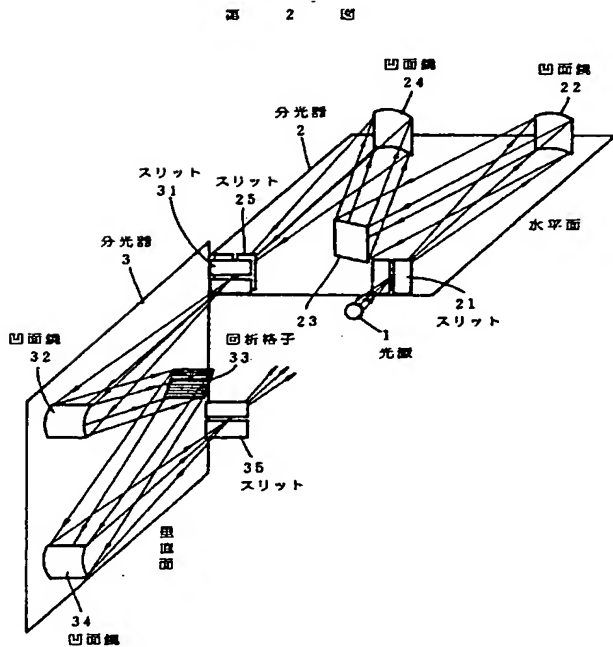
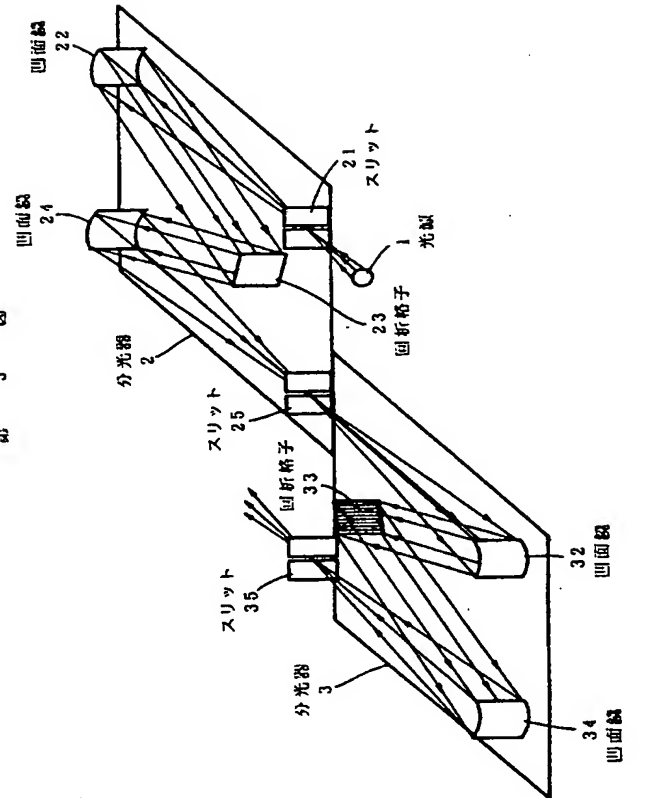
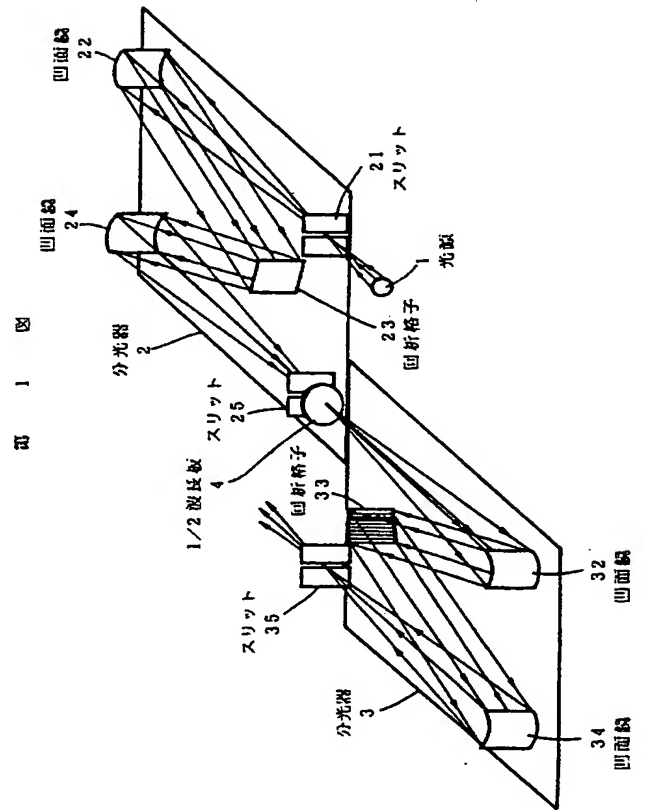
(イ) この発明による二段式分光器で光源のスペクトラムを測定した場合、偏波の影響がないので、正確な測定ができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

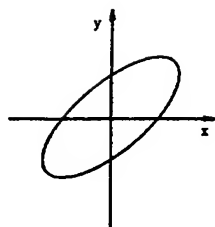
第1図はこの発明による実施例の構成図、第2図はこの発明による他実施例の構成図、第3図は従来技術の構成図、第4図は光源1の偏波状態説明図、第5図～第7図は分光器出力の偏波状態説明図、第8図は第3図の光スペクトラムである。

1……光源、2・3……分光器、4……2分の1波長板、21……スリット、22……凹面鏡、23……回折格子、24……凹面鏡、25……スリット、31……スリット、32……凹面鏡、33……回折格子、34……凹面鏡、35……スリット。

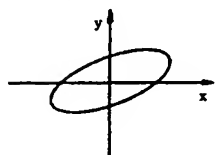
代理人 弁理士 小 俣 敏 司



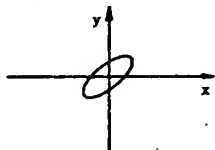
第 4 圖



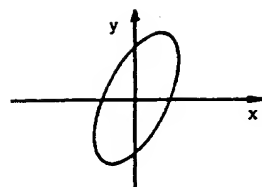
第 5 圖



第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖

